



**“Parámetros zootécnicos de juveniles de escalar (*Pterophyllum scalare*)  
suplementados con diferentes niveles de *Chlorella pyrenoidosa*”**

Viviana María Ramírez Corredor  
1088303803

Gustavo Adolfo Marulanda Giraldo  
18614972

Universidad Tecnológica de Pereira  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Pereira – 2017

**“Parámetros zootécnicos de juveniles de escalar (*Pterophyllum scalare*)  
suplementados con diferentes niveles de *Chlorella pyrenoidosa*”**

Viviana María Ramírez Corredor  
1088303803

Gustavo Adolfo Marulanda Giraldo  
18614972

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Médico  
Veterinario Zootecnista

Asesor (a):

Profesora: Dra Luz Natalia Franco Montoya

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Ciencias de la Salud

Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Pereira – 2017

## DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a nuestra tutora Dra. Luz Natalia Franco Montoya, por su apoyo incondicional, por darnos la oportunidad y confianza de realizar este trabajo, pero además de eso nos ha brindado en el transcurso de nuestra formación su amistad por eso y muchas cosas más le dedicamos este gran triunfo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primera medida a Dios por guiarnos en este camino y darnos la fuerza para culminar nuestra carrera.

A nuestra asesora de tesis Luz Natalia Franco Montoya por su dedicación, conocimientos, paciencia y motivación que fueron fundamentales para convertirnos en Médicos Veterinarios y Zootecnistas.

A nuestros padres y familia por el apoyo incondicional, esfuerzo y comprensión que nos impulsaron para alcanzar nuestro gran sueño.

## Tabla de Contenido

|   |    |
|---|----|
| “Parámetros zootécnicos de juveniles de escalar ( <i>Pterophyllum scalare</i> )<br>suplementados con diferentes niveles de <i>Chlorella pyrenoidosa</i> ” ..... | v  |
| Resumen.....  | v  |
| 1. Introducción .....   | 6  |
| 2. Objetivos .....  | 8  |
| 2.1. Objetivo General .....   | 8  |
| 2.2. Objetivos específicos .....  | 8  |
| 3. Materiales y métodos .....   | 9  |
| 3.1. Ubicación .....  | 9  |
| 3.2. Animales y condiciones de laboratorio .....  | 9  |
| 3.3. Diseño y raciones experimentales.....  | 10 |
| 3.4. Colectas de datos .....  | 10 |
| 3.5. Formulas .....   | 11 |
| 3.6. Análisis de datos .....  | 12 |
| 4. Resultados .....   | 12 |
| 4.1. Supervivencia .....  | 12 |
| 4.2. Parámetros biométricos .....   | 13 |
| 4.3. Desempeño y crecimiento .....  | 14 |
| 5. Discusión .....  | 17 |
| 6. Referencias Bibliográficas .....   | 19 |

## **“Parámetros zootécnicos de juveniles de escalara (*Pterophyllum scalare*) suplementados con diferentes niveles de *Chlorella pyrenoidosa*”**

Viviana María Ramírez Corredor - Gustavo Adolfo Marulanda Giraldo

### **Resumen**

En el presente estudio fue evaluado el efecto de la suplementación con *Chlorella pyrenoidosa* en polvo sobre los parámetros zootécnicos y el desempeño productivo de juveniles de escalara *Pterophyllum scalare*. Fueron utilizados 360 juveniles entre hembras y machos aproximadamente con 30 días de edad, peso 343.61 mg  $\pm$  28.8, altura 13.86 mm  $\pm$  0.9, longitud 16.84 mm  $\pm$  1.1. Luego de 15 días de aclimatación a condiciones de laboratorio se instauraron tres tratamientos con y sin suplementación dietaria de *Chlorella pyrenoidosa* (Chlo), como sigue: tratamiento control Chlo 0% (ración comercial 45% proteína cruda (PC) + Chlo 0%); tratamiento Chlo 1% (ración comercial 45% PC + Chlo 1%); tratamiento Chlo 2% (ración comercial 45% PC + Chlo 2%). Los animales fueron alimentados durante 60 días con el 7% de su biomasa por día, dividido en cuatro raciones diarias (7:00 - 10:00 – 13:00 - 16:00 h). Fueron realizadas cinco biometrías con intervalo de 15 días para evaluar el crecimiento de los animales y reajustar las dietas según los pesos registrados. Los resultados sugieren que la adición de *Chlorella pyrenoidosa* en polvo en la ración en proporciones de 1 y 2% de la biomasa, mejoran los parámetros de crecimiento y desarrollo de los juveniles de *Pterophyllum scalare*, sin afectar la tasa de sobrevivencia. El presente estudio sugiere que el nivel óptimo de suplementación con *Chlorella pyrenoidosa* para juveniles de escalara es de 1%. Mostrando mejorías en parámetros biométricos como peso, longitud y altura de los peces a partir de los 45 días de suplementación. Además de lo anterior, la ganancia de peso, la tasa de conversión específica y la tasa de eficiencia proteica fueron mejoradas con la adición de este micro alga en la ración de los peces lo cual fue observado al día 60. El presente estudio recomienda la adición en la ración de *Chlorella pyrenoidosa* al 1% en polvo para la cría de juveniles de escalara.

**Palabras clave:** micro algas, ornamentales, pez ángel, desempeño

## 1. Introducción

Microalgas unicelulares del género *Chlorella* (CHL) se caracterizan por un cultivo relativamente fácil, alta productividad, altos contenidos de proteínas, el alga es verde unicelular pertenece al phylum chlorophyta, tiene una forma esférica, su diámetro es de 2 a 10  $\mu\text{m}$  y no posee flagelo, países como Estados Unidos, Japón, China, Taiwán e Indonesia producen más de 2500 toneladas de *Chlorella* anualmente (1). Este tipo de algas se multiplican rápidamente requiriendo solo adecuada temperatura, luz solar, dióxido de carbono, agua y pequeñas cantidades de minerales. Sin embargo, el alga es costosa para ser usada ampliamente como suplemento en alimentación animal. No en tanto, en muchos experimentos ha sido encontrado que como suplemento en pocas cantidades puede haber una adición económicamente aceptable de biomasa de *Chlorella* en alimentación animal reportando influencia positiva en el crecimiento y el desempeño productivo de los animales suplementados. Esto debido la presencia de pigmentos, antioxidantes, provitaminas, vitaminas y una sustancia de crecimiento conocida como Factor de Crecimiento *Chlorella* (Chlorella Growth Factor - CGF), la cual puede estimular o mejorar el sistema inmune, incrementar el consumo y utilización de alimento y promover la reproducción en múltiples especies animales.

Diversos reportes de literatura científica muestran efectos positivos de suplementación con *Chlorella* en cerdos, aves, y peces para consumo humano. Sin embargo, son pocos los reportes existentes en peces ornamentales suplementados con *Chlorella* por lo cual nuestro estudio pretende ampliar el conocimiento acerca del efecto benéfico de la suplementación con *Chlorella* en el crecimiento de juveniles de peces ornamentales como el escalare (*Pterophyllum scalare*). El Pez Ángel o Escalar *Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823), es uno de los peces de agua dulce más populares de la industria del acuarismo a nivel mundial (2,3). Esta especie es nativa de la cuenca amazónica de América de Sur y pertenece a la familia de los peces cíclidos, es un pez que habita en lugares pantanosos principalmente en aguas tranquilas (4,5). Los escalares poseen alto valor económico debido a su alta demanda a

nivel mundial por su diversidad en colores, formas de aletas, adaptabilidad con otras especies y facilidad de manejo (2–4,6). Se caracteriza por ser un animal dócil y longevo, sin embargo, es un pez territorial y su agresividad es más expresada cuando alcanza su madurez sexual (7). Este animal, como otros peces es vulnerable al estrés por déficit de condiciones apropiadas del entorno para su correcto desarrollo, como son: disponibilidad de alimento, diversidad de especies, adecuada distribución del espacio, densidad de peces y alta complejidad de su hábitat (8–11). Si no se cumple con estos factores ecológicos el pez se torna agresivo llegando atacar y matar los demás animales incluso de su propia especie. El comportamiento del pez es de defensa, eso aumenta la agresividad para mantener su jerarquía, su descendencia o sus recursos (8,12,13).

El pez ángel en vida libre se alimenta principalmente de pequeños peces, larvas, crustáceos y verduras adquiriendo estos todos los nutrientes necesarios para su buen desarrollo; la alimentación en cautiverio se da por diferentes tipos de dietas, tratando de cubrir las necesidades nutricionales del pez entre las cuales encontramos dos tipos: dietas vivas (artemias, copépodos, daphnias y microalgas) y alimentos comerciales balanceados (14,15). Sin embargo, los preparados comerciales por lo general no ofrecen todos los nutrientes que los animales requieren principalmente en etapas larvales y juveniles, lo que genera altos índices de mortalidad y retrasos en el crecimiento, generando por consiguiente pérdidas económicas importantes en este sector de la piscicultura ornamental (7,15,16).

Con la finalidad de lograr mayores rendimientos y tasas de sobrevivencia se vienen utilizando combinaciones de dietas en la crianza de peces ornamental y de consumo. Dando uso a las microalgas procesadas como la *Chlorella Pyrenoidosa* obteniendo resultados satisfactorios. La CHL ha sido considerada como un suplemento alimenticio benéfico para la salud debido a la presencia de varias fuentes rica de antioxidantes, tales como luteína, ácido ascórbico, alfa - beta carotenos y minerales esenciales para la salud humana y animal como el selenio y el yodo (17,18). Una de sus características más reconocidas es su eficiencia fotosintética muy comparable con otros cultivos altamente eficientes.



Una vez seca contiene cerca de 45% de proteína, 20% de grasa, 20 % de carbohidratos, 5% de fibra, 10 % de minerales y vitaminas (18,19).

Siendo la alimentación un factor importante durante el desempeño y crecimiento (*Pterophyllum scalare*) es importante investigar nuevas fuentes proteicas de origen natural para la cría de esta especie, siendo las microalgas fuentes interesantes de nutrientes de alta calidad a bajos costos.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

- El presente estudio tiene como objetivo principal evaluar los parámetros de desempeño productivo y crecimiento en juveniles de escalar (*Pterophyllum scalare*) suplementados con diferentes concentraciones de microalgas *Chlorella pyrenoidosa*.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Comparar el efecto benéfico de la suplementación de varios niveles de *Chlorella* dietaría en el desempeño productivo, evaluando la tasa de sobrevivencia, la tasa de crecimiento específico, peso, altura, longitud de juveniles de escalar.
- Evaluar el efecto de la suplementación con *Chlorella* en el, ganancia de peso, tasa de conversión alimentar y tasa de eficiencia proteica.
- Establecer cuál de los dos niveles utilizados es el mejor nivel de suplementación con *Chlorella* dietaría para el desarrollo, crecimiento y sobrevivencia de juveniles de escalar.

### **3. Materiales y métodos**

#### **3.1. Ubicación**

El proyecto fue realizado durante los meses de octubre a diciembre de 2016, en las instalaciones del criadero de peces ornamentales Todo Pesca, ubicado en la ciudad de Pereira - Risaralda con una altitud de 1250 msnm, temperatura promedio de 20°C.

#### **3.2. Animales y condiciones de laboratorio**

Fueron utilizados 360 juveniles de *Pterophyllum scalare* entre hembras y machos aproximadamente con 30 días de edad, peso promedio 343.61 mg  $\pm$  28.8, altura promedio 13.86 mm  $\pm$  0.9, longitud promedio 16.84 mm  $\pm$  1.1. El experimento se llevó a cabo en sistema estático de acuarios con reposición de agua evaporada y sifonado de materia orgánica cada cinco días en todos los acuarios. Las condiciones del agua se estandarizaron de la siguiente manera: el pH se instauró como el indicado para esta especie, el cual debe ser neutro. La medición del pH se realizó con un medidor de pH (Milwaukee ph600) cada 5 días; para establecer la temperatura óptima del agua cada acuario contó con un termostato automático y termómetro, para garantizar aireación del agua se utilizaron aireadores individuales, con potencia de 3 litros de aire/minuto; el filtrado del agua se realizó con filtros de espuma (xy-180) por acuario; fotoperiodo (14h luz : 10h oscuridad). Los peces estuvieron en periodo de aclimatación a las condiciones de laboratorio durante 15 días antes de iniciar el periodo experimental (Imagen 1).



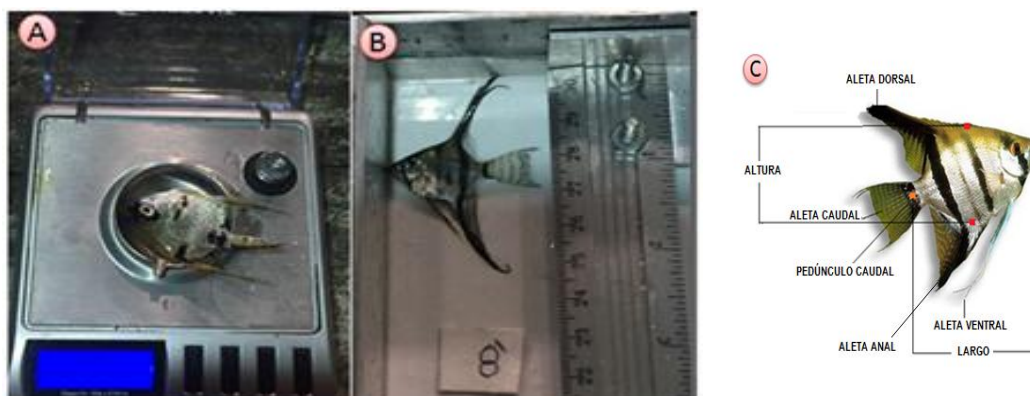
**Imagen 1.** Acuario experimental.

### 3.3. Diseño y raciones experimentales

Posterior a la fase de aclimatación los peces fueron distribuidos en 6 acuarios de vidrio con capacidad para 60 L de agua. Colocados 60 animales por acuario (densidad promedio 343 mg pez L<sup>-1</sup>) fueron destinados dos acuarios por cada tratamiento, es decir que en cada tratamiento contaba con 120 peces. Para las raciones experimentales se utilizó una presentación comercial orgánica de *Chlorella pyrenoidosa* en polvo con 67% de proteína cruda (PC), adicionada a una ración comercial para peces en crecimiento con 45% de proteína cruda. Se instauraron tres tratamientos con y sin suplementación dietaria de *Chlorella pyrenoidosa* (Chlo): tratamiento control Chlo 0% (ración comercial 45% proteína cruda (PC) + *Chlo* 0%); tratamiento Chlo 1% (ración comercial 45% PC + *Chlo* 1%); tratamiento Chlo 2% (ración comercial 45% PC + *Chlo* 2%). Los animales fueron alimentados durante 60 días con el 7 % de su biomasa por día, dividido en cuatro raciones diarias (7:00 - 10:00 – 13:00 - 16:00 hrs).

### 3.4. Colectas de datos

Fueron realizadas 5 colectas de datos con intervalos de 15 días, durante cada colecta fueron tomadas 10 peces de cada acuario (n=20). Los animales fueron pesados (mg) con ayuda de balanza de precisión (Imagen 2A), medidos en altura y longitud (mm) con ayuda de ictiometro (Imagen 2B). Altura, desde la base de la aleta dorsal hasta la base de la aleta anal; longitud, desde la boca hasta el pedúnculo de la aleta caudal (Imagen 2C). El peso utilizado para calcular la biomasa y el porcentaje de ración a utilizar fue ajustado después de cada colecta. Con base en los datos morfométricos y de consumo alimentar fue calculada la ganancia de peso (GP mg), la tasa de consumo específico (TCE %), la tasa de eficiencia proteica (TEP %) y el consumo alimentar aparente (CAA mg). Además, fue registrada la mortalidad para calcular la tasa de sobrevivencia en cada grupo experimental.



**Imagen 2.** A) Balanza de precisión. B) Inchiometro. C) Medidas biométricas.

### 3.5. Formulas

Para calcular parámetros zootécnicos como tasa de crecimiento específica (TCE%), tasa de eficiencia proteica (TEP), tasa de sobrevivencia (S%), conversión alimentaria aparente (CAA) fueron utilizadas las siguientes formulas:

Tasa de crecimiento especifica

$$\text{TCE \% diario} = \frac{(\text{Ln})\text{Peso medio final} - (\text{Ln})\text{Peso medio inicial}}{\text{Tiempo de alimentación (días)}} * 100$$

Tasa de eficiencia proteica

$$\text{TEP} = \frac{\text{Ganancia de peso}}{\text{Consumo de alimento} * \% \text{ PB}} * 100$$

Tasa de sobrevivencia

$$S(\%) = \frac{\text{Número de peces final}}{\text{Número de peces inicial}} * 100$$

Conversión alimentaria aparente

$$\text{CAA} = \frac{\text{Consumo de ración (gr)}}{\text{Ganancia de peso corporal (gr)}}$$

### 3.6. Análisis de datos

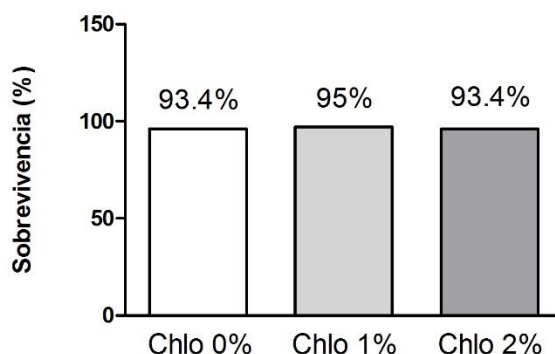
Para evaluar el efecto de los diferentes niveles de *Chlorella* dietaria en el desempeño zootécnico de juveniles de escalares, todos los datos obtenidos fueron sometidos a test de normalidad (Shapiro-Wilk) y homocedasticidad (Levene). Una vez cumplidas las premisas fueron realizado análisis de varianza ANOVA y para comparación de medias fue realizado test post-hoc Duncan con nivel de significancia de P valor < 0.05 para estimar diferencias estadísticas entre los grupos experimentales. Fue utilizado el programa de análisis estadístico SAS.

## 4. Resultados

Los parámetros del agua durante el experimento se mantuvieron en rangos apropiados para el desarrollo de juveniles de *Pterophyllum scalare* la temperatura de  $26.8 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$ , el pH  $7.0 \pm 0.09$ .

### 4.1. Supervivencia

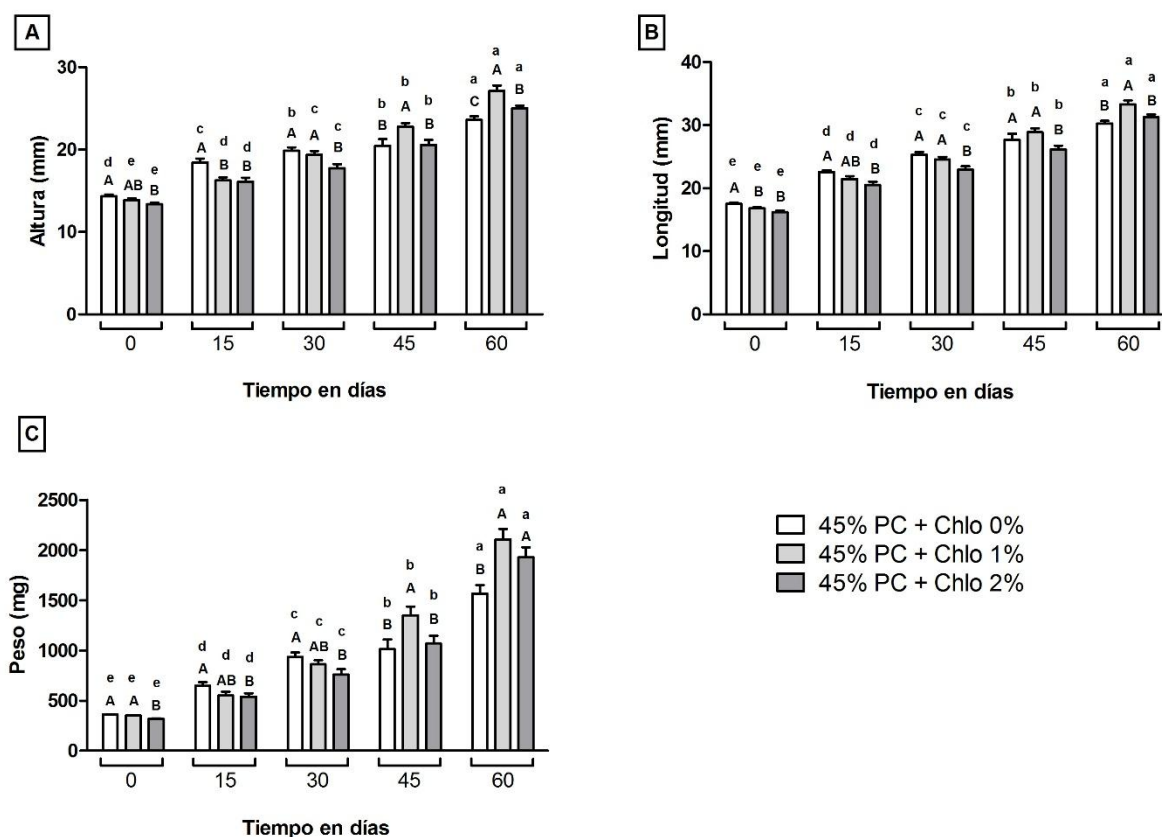
El mejor porcentaje de supervivencia fue el grupo de peces alimentado con Chlo 1%. Mientras que en el grupo de peces alimentados con Chlo 2% la supervivencia no difirió del grupo control (gráfica 1).



**Gráfico 1.** Grafica de supervivencia de juveniles de *Pterophyllum scalare* suplementados con *Chlorella pyrenoidosa* durante 60 días.

## **4.2. Parámetros biométricos**

Los parámetros biométricos analizados fueron, altura, longitud y peso (Imagen 1 A-B-C). En la altura de los animales en la primera colecta no hubo diferencia entre los tratamientos, a lo largo del tiempo todos los grupos tuvieron una altura creciente, a los 45 días fue observar la diferencia de altura comparada con las demás colectas (gráfico 2A). La longitud al inicio de la colecta el tratamiento control tuvo diferencia con el tratamiento Chlo 1% y Chlo 2%, a los 15 días el tratamiento control y el tratamiento Chlo 1 % no se observaron diferencias, el tratamiento Chlo 1% y Chlo 2 % no hubo diferencias significativas de longitud sin embargo el tratamiento control y el tratamiento Chlo 2% si hubo diferencias significativas entre los tratamientos, a los 45 días el tratamiento control y Chlo 1% no presento diferencias por otro lado el tratamiento Chlo 2% tuvo diferencias, a los 60 días el tratamiento control y Chlo 2% no tuvo diferencias por último el tratamiento Chlo 1% si hubo diferencias significativas (gráfico 2B). El peso de los animales en la colecta inicial no mostro diferencias significativas, a los 30 días, se observaron diferencias entre los tratamientos, siendo los peces del grupo control más pesados y los del grupo Chlo 2% más livianos, el grupo Chlo 1% mostro peso intermedio; el día 45 los animales del grupo Chlo 1% superaron en peso a los demás grupos experimentales, finalmente el día 60 los dos grupos suplementados con *Chlorella pyrenoidosa* fueron marcadamente más pesados que el grupo control (gráfico 2C).



**Gráfico 2.** Parámetros biométricos de juveniles de *Pterophyllum scalare* suplementados con *Chlorella pyrenoidosa*. A) Altura (mm). B) Longitud (mm). C) Peso (mg). Los datos representan el promedio y desviación estándar de los parámetros biométricos en cada tiempo de colecta (n=20). Letras mayúsculas comparan los tratamientos en un mismo tiempo de colecta. Letras minúsculas comparan el mismo tratamiento a lo largo del tiempo. Significancia  $\leq 0.05$ .

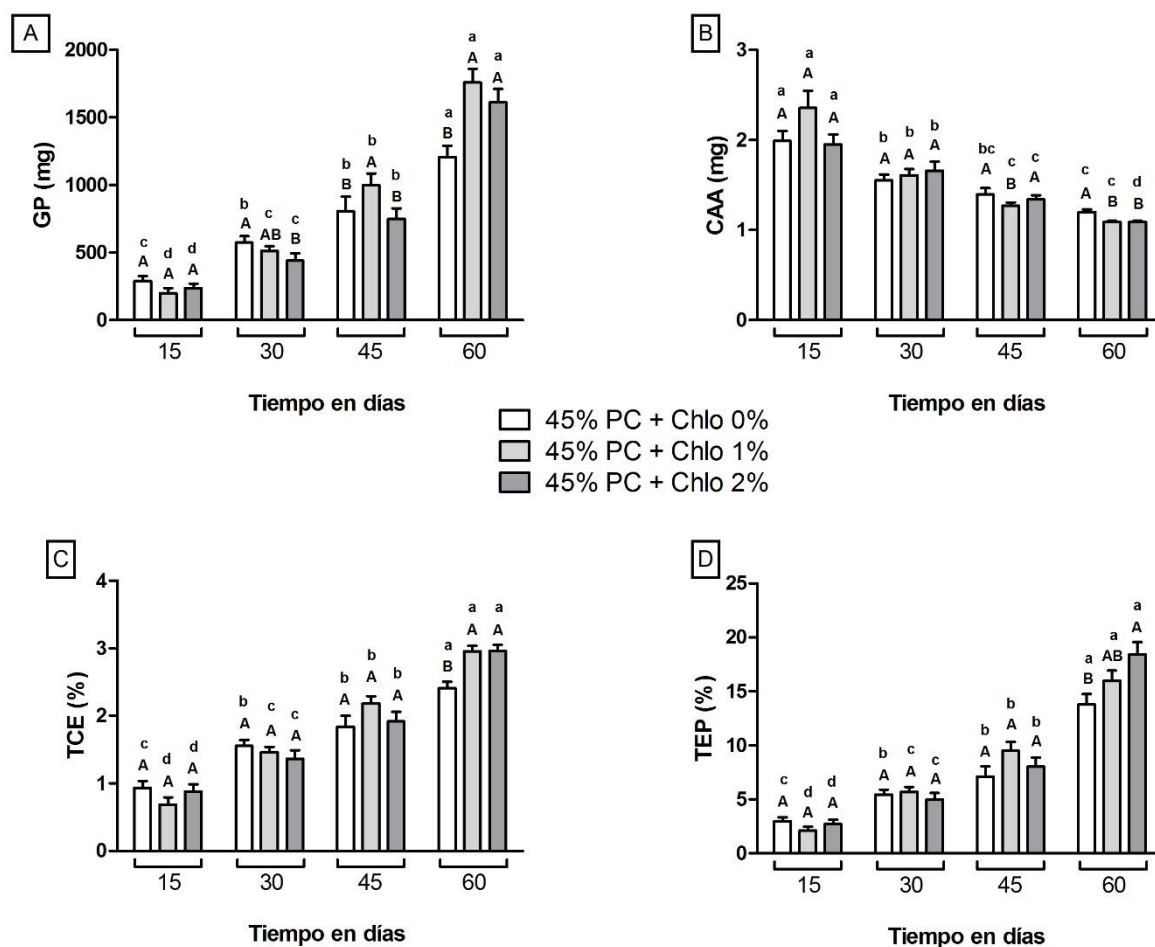
### 4.3. Desempeño y crecimiento

Los parámetros de desempeño y crecimientos de juveniles de *Pterophyllum scalare* suplementados con *Chlorella pyrenoidosa* fueron: ganancia de peso (GP), conversión alimentaria aparente (CAA), tasa de crecimiento específico (TCE) y tasa de eficiencia proteica (TEP) (Gráfico 3 A-B-C-D).

La ganancia de peso (GP) no mostro diferencia entre los tratamiento a los 15 días de suplementación, a los 30 días el grupo control ganó más peso que el grupo de peces tratado con Chlo 2%, mientras el grupo Chlo 1% tuvo valores intermedios. A los 45 días fue el grupo Chol 1% el que mostró mayor GP comparado con los demás animales. A los 60 días ambos grupos suplementados con Chlorella presentaron un aumento marcado en la GP comparados con el grupo control. La ganancia de peso en todos los grupos tuvo crecimiento gradual a lo largo del tiempo (Grafico 3A). La conversión alimentaria aparente (CAA) a los 15 y 30 días no mostro diferencias entre los tratamientos. Sin embargo a partir de los 45 días los peces alimentados con Chlo 1% presentaron mejor CAA comparados con los demás grupos experimentales. A los 60 días ambos grupos tratados con Chlorella mostraron una mejor CAA que el grupo control. La conversión alimentar de todos los grupos mejoró gradualmente a lo largo del tiempo (Gráfico 3B).

La tasa de crecimiento específica (TCE) solo mostro diferencias significativas a los 60 días, donde los animales suplementados con Chlorella mostraron una mejor TCE comparados con el grupo control. La tasa de crecimiento específico aumento gradualmente en todos los tratamientos a lo largo del tiempo (Gráfico 3C). La tasa de eficiencia proteica (TEP) solo mostro diferencias significativas a los 60 dias, donde los animales suplementados con Chlo 2% mostraron una mejor TEP comparados con los demás grupos experimentales. La tasa de eficiencia proteica de todos los grupos mejoró gradualmente a lo largo del tiempo (Gráfico 3D).





**Gráfico 3.** Parámetros de desempeño y crecimientos de juveniles de *Pterophyllum scalare* suplementados con *Chlorella pyrenoidosa*. A) Ganancia de peso (mg). B) Conversión alimenticia (mg). C) Tasa de crecimiento específico (%). D) Tasa de eficiencia proteica (%). Los datos representan el promedio y desviación estándar de los parámetros de desempeño y crecimiento en cada tiempo de colecta (n=20). Letras mayúsculas comparan los tratamientos en un mismo tiempo de colecta. Letras minúsculas comparan el mismo tratamiento a lo largo del tiempo. Nivel de significancia  $\leq 0.05$ .

## 5. Discusión

Las microalgas son un vasto grupo de organismos heterotróficos y fotosintéticos los cuales se caracterizan por la riqueza en proteínas, amino ácidos esenciales, grasas (ácidos grasos poliinsaturados), polisacáridos, vitaminas, antioxidantes, pigmentos, oligoelementos, entre otros. Su valor nutricional puede ser comparable a la carne, huevo (20-22).

La *Chlorella pyrenoidosa* es una alga verde unicelular de agua dulce. Con altos contenidos de clorofila, además de vitaminas, minerales, fibra dietaria, aminoácidos, enzimas entre otros (23). Además de lo anterior, contiene el CGF factor de crecimiento chlorella, el cual promueve el metabolismo y el sistema inmune en quienes la consumen. Se estima que el contenido de CGF en *Chlorella* cruda es de 5%. Evidencia científica relata que extractos de *Chlorella pyrenoidosa* vía oral o inyectados, promueven la salud, estimulan el sistema inmune innato e incluso posee acción anticancerígena tanto en humanos como en algunas especies de animales (23). En peces la suplementación con *Chlorella* ha mostrado resultados satisfactorios tanto en desempeño (24), como en parámetros inmunológicos (25).

En el presente estudio los parámetros físico químicos del agua fueron los siguientes: pH  $7.0 \pm 0.09$ , temperatura  $26.8 \pm 0.9$  °C. Fotoperiodos 14:10, como requerimientos esenciales en la cría de *Pterophyllum scalare*, los concuerdan con reportes de la literatura para la cría y reproducción de esta especie (26,27). Los porcentajes en el uso de *chlorella* sp. de 1% y 2% se determinaron teniendo en cuenta las propiedades del alga y su capacidad de influir positivamente en el desarrollo animal, suministrada en pocas cantidades, en peces (24) y otras especies animales (28).

El presente estudio muestra claramente que la adición de 1 y 2% de *Chlorella pyrenoidosa* en polvo en la dieta de juveniles de escalar durante 60 días, mejora las medidas biométricas de peso, altura y longitud de los animales, además de mejorar el desempeño de los animales en ganancia de peso, conversión alimentaria, tasa de crecimiento específico y tasa de eficiencia proteica. Lo anterior concuerda con otro estudio que reporta el desempeño de juveniles del Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*), utilizando dietas

suplementadas con chlorella al 0%, 0.5%, 1%, 2% y 4%, mostrando mejor crecimiento de los animales con la adición de chlorella al 0.5% (24).

Los efectos benéficos de la suplementación con *Chlorella pyrenoidosa* pueden ser atribuidos a su gran calidad nutricional, la presencia del CGF, y la diversidad de aminoácidos contenidos, tales como: ácido aspártico, serina, ácido glutámico, glicina, histidina, arginina, treonina, alanina, prolina, lisina y metionina entre otros, los cuales demuestran su alto valor nutricional (29).

Nuestros resultados sugieren que la adición de chlorella como suplemento dietaría en porcentajes menores mejoran los parámetros zootécnicos en los juveniles de *Pterophyllum scalere* sin afectar la tasa de sobrevivencia.

## 6. Referencias Bibliográficas

1. M. Bishop W, M. Zubeck H. Evaluation of Microalgae for use as Nutraceuticals and Nutritional Supplements. J Nutr Food Sci. 2012;02(05).
2. Agudelo-Gómez DA. Establecimiento de un centro de reproducción de *Pterophyllum Scalare* (pez ángel o escalar). Rev Lasallista Investig. 2005;2(2):26–30.
3. Domenici P, Blake R. Escape trajectories in angelfish (*Pterophyllum eimekei*). J Exp Biol. 1993;272:253–72.
4. Ribeiro FDAS, Rodrigues LA, Fernandes JBK. Desempenho de juvenis de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) com diferentes níveis de proteína bruna na dieta. B Inst Pesca. 2007;33(2):195–203.
5. Pott C, van Konijnenburg-van Cittert JHA, Kerp H, Krings M. Revision of the *Pterophyllum* species (Cycadophytina: Bennettitales) in the Carnian (Late Triassic) flora from Lunz, Lower Austria. Rev Palaeobot Palynol. 2007;147(1-4):3–27.
6. Yamamoto ME, Chellappa S, Cacho MSRF, Huntingford F a. Mate guarding in an Amazonian cichlid, *Pterophyllum scalare*. J Fish Biol. 1999;55(4):888–91.
7. Tlusty M. The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. Aquaculture. 2002;205:203–19.
8. Gómez-Laplaza L. Social Status and Investigatory Behaviour in the Angelfish (*Pterophyllum Scalare*). Behaviour. 2002;139(11):1469–90.
9. Saxby A, Adams L, Snellgrove D, Wilson RW, Sloman KA. The effect of group size on the behaviour and welfare of four fish species commonly kept in home aquaria. Appl Anim Behav Sci. 2010;125(3-4):195–205.
10. Gómez-Laplaza LM. The influence of social status on shoaling preferences in the freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*). Behaviour. 2005;142:827–44.
11. El Balaa R, Blouin-Demers G. Anti-predatory behaviour of wild-caught vs captive-bred freshwater angelfish, *Pterophyllum scalare*. J Appl Ichthyol. 2011;27(4):1052–6.

12. Gómez-Laplaza LM, Morgan E. Social isolation, aggression, and dominance in attacks in juvenile angelfish, *Pterophyllum scalare*. *Aggress Behav.* 1993;19(3):213–22.
13. Cacho MDSR., Yamamoto ME, Chellappa S. Comportamento reprodutivo do acará bandeira, *Pterophyllum scalare* Cuvier & Valenciennes (Osteichthyes, Cichlidae). *Rev Bras Zool.* 1999;16(3):653–64.
14. Rodrigues LA, Fernandes JBK. Influência do processamento da dieta no desempenho produtivo do acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). *Acta Sci Anim Sci.* 2006;28(1):113–8.
15. Takahashi LS, da Silva TV, Kochenborger Fernandes JB, Biller JD, Goncalves de Sandre LC. Effect of food type on growth performance of Angelfish juvenile (*Pterophyllum scalare*). *Bol Do Inst Pesca.* 2010;36(1):1–8.
16. Jimenez-Rojas JE, Almaciga-Díaz PA, Herazo-Duarte DM. Desempeño de juveniles del pez Ángel *Pterophyllum scalare* alimentados con el oligoqueto *Enchytraeus buchholzi*. *Univ Sci.* 2012;17(1):28–34.
17. Ho SH, Huang SW, Chen CY, Hasunuma T, Kondo A, Chang JS. Characterization and optimization of carbohydrate production from an indigenous microalga *Chlorella vulgaris* FSP-E. *Bioresour Technol.* 2013;135:157–65.
18. Kotrbáček V, Doubek J, Doucha J. The chlorococcalean alga *Chlorella* in animal nutrition: a review. *J Appl Phycol.* 2015;27(6):2173–80.
19. Phukan MM, Chutia RS, Konwar BK, Kataki R. Microalgae *Chlorella* as a potential bio-energy feedstock. *Appl Energy.* 2011 Oct;88(10):3307–12.
20. Yamaguchi, K., Recent advance in microalgal bioscience in Japan, with special reference to utilization of biomass and metabolites: a review. *J. Appl. Phycol.* 1996;8:487-490
21. Kwak, J.H, Baek, S.H, Woo, Y, Han, J.K, Kim, B.G, Kim, O.Y, Lee, J.H. Beneficial immunostimulatory effect of short-term *Chlorella* supplementation: enhancement of natural killer cell activity and early inflammatory response (randomized, double- blinded placebo-controlled trial). *Nutr. J.* 2012; 11:53.

22. Jinghui LI J, Ze FAN, Mu QU, Xiuting QIAO, Jinhui SUN, Dongqing BAI, Zhenyan CHENG Applications of Microalgae as Feed Additives in Aquaculture. International Symposium on Energy Science and Chemical Engineering (ISESCE 2015).
23. Rendall E Merchant and Cynthan A. A review of recent clinical trials of the nutritional supplement *Chlorella pyrenoidosa* in the treatment of fibromyalgia, hypertension and ulcerative colitis. *Altern health med.* 2001; 7(3):79-91.
24. SC Bai,J-W Koo, K-W Kim,S-K Kim Effects of *Chlorella* powder as a feed additive on growth performance in juvenile Korean rockfish, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf). *Aquaculture research.* Volume 2001; 32,(1) 92–98.
25. Zhang Qihuan, Ming Qiu, Wei Xu, Zhen Gao, Rong Shao, Zhitao Qi. Effects of dietary administration of *Chlorella* on the immune status of gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. *Italian Journal of Animal Science* 2014; volume 13:3168.
26. García-Ulloa, M. and Gómez-Romero, H. J. Growth of angel fish *Pterophyllum scalare* [Gunther, 1862] juveniles fed inert diets Crecimiento de juveniles del pez ángel *Pterophyllum scalare* [Gunther, 1862] alimentados con dietas inertes. 2005. *Rev. AIA.* 9(3): 49-60.
27. Kasiri M, Mohammad Sudagar, and Seyed Abbas Hosseini. Effect of water hardness on egg hatchability and larval viability of Angelfish (*Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823). *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture* 2011; 1(1): 6-10.
28. Kotrbáček, V., Doubek, J. & Doucha, J. El Chlorococcales alga *Chlorella* en la alimentación animal: una revisión. *J Appl Phycol* (2015) 27: 2173.
29. Mesquita Cristiane da Silva Gorgônio, Gomes Aranda Donato Alexandre, Couri Sônia. Morphological and chemical aspects of *Chlorella pyrenoidosa*, *Dunaliella tertiolecta*, *Isochrysis galbana* and *Tetraselmis gracilis* microalgae. *Natural Science.* 2013; Vol.5, (7) 783-791.